



Universidad
Católica
de Valencia
San Vicente Mártir

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Medicina

Título:

**Prevalencia sobre la osificación
heterotópica tras artroplastia del disco
intervertebral.**

Revisión Sistemática

Autor: Daniel Ferraz Viola

Tutor: Dr. Carlos Barrios Pitarque

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a mi tutor, el doctor Carlos Barrios Pitarque por su trato personal y su predisposición inmediata y sin demora a pesar de su complicada agenda, que siempre ha tenido tiempo para ayudarme en la realización correcta de este Trabajo Fin de Grado, en resolver mis dudas, corregir mis errores y transmitir los conocimientos necesarios. Me considero afortunado en haberlo tenido como tutor por los conocimientos transmitidos no solo en la materia de la traumatología y de este trabajo, sino en el uso de diferentes herramientas bibliográficas para la obtención de información de calidad y en la realización de artículos científicos, unos conocimientos que me ayudarán en mi futura carrera médica.

También quiero agradecer la labor realizada por los profesores y a la institución de la Universidad Católica de Valencia por los medios que han puesto a disposición de todos los alumnos para la realización de los Trabajos Fin de Grado, como por ejemplo los seminarios, su biblioteca y la atenta resolución de nuestras dudas individualizadas.

Finalmente quiero agradecer a mis familiares, que gracias a su esfuerzo personal, apoyo y cariño he sido capaz de poder culminar este Grado de Medicina y cumplir mi objetivo, que es formarme en esta Universidad de la mejor manera a nivel académico, moral y ético para poder ser un buen profesional sanitario para la sociedad.

Índice:

1.	Introducción.....	1
1.1	Discectomía Cervical Anterior y Discectomía Lumbar Anterior.....	2
1.1.1	Discectomía Cervical Anterior.....	2
1.1.2	Discectomía Lumbar Anterior.....	3
1.2	Prótesis Discales.....	3
1.2.1	Prótesis Cervicales.....	3
1.2.2	Prótesis Lumbares.....	6
1.3	Osificación Heterotópica.....	7
1.3.1	Clasificación de la Osificación Heterotópica...8	
2.	Hipótesis.....	10
3.	Objetivos.....	12
3.1	Objetivo principal.....	13
3.2	Objetivos secundarios.....	13
4.	Materiales y métodos.....	14
4.1	Diseño de Estudio.....	15
4.2	Estrategia de Búsqueda literaria.....	15
4.3	Criterios de Inclusión y Exclusión.....	15
4.3.1	Criterios de Inclusión.....	16
4.3.2	Criterios de Exclusión.....	16
4.3.3	Recopilación de datos y valoración clínica....	16
4.3.4	Extracción de datos y medidas de resultado..	18
5.	Resultados.....	19
5.1	Resultados del objetivo principal de estudio.....	20
5.1.1	Resultados prótesis cervicales del objetivo principal de estudio.....	20
5.1.2	Resultados prótesis lumbares del objetivo principal de estudio.....	25
5.2	Resultados de los objetivos secundarios del estudio.....	28
5.2.1	Resultados prótesis cervicales de los objetivos secundarios del estudio.....	28
5.2.2	Resultados cervicales de los objetivos secundarios del estudio.....	31

6.	Discusión.....	33
7.	Conclusiones.....	38
8.	Bibliografía.....	40
9.	Poster.....	48

Resumen

Introducción:

En pacientes con patología discal degenerativa, cada vez se utiliza con más frecuencia la técnica quirúrgica de discectomía y sustitución por prótesis discales. En numerosas ocasiones, años después a la intervención se desarrolla una osificación heterotópica como efecto secundario, que reduce la movilidad intervertebral y llega a fusionar vertebras. Se ha observado que la probabilidad de aparición de osificación heterotópica (HO) está vinculada al tipo protésico empleado.

El objetivo de este TFG es realizar una revisión sistemática y actualizar los datos de incidencia de osificación heterotópica tras artroplastia discal y determinar qué modelo protésico es el que menos probabilidades tiene de desarrollar esa complicación.

Material y Métodos:

Se realizó una revisión sistemática de la literatura que recoge pacientes sometidos a una Discectomía Cervical Anterior (ACD) y Discectomía Lumbar Anterior (ALD) con un seguimiento mínimo de dos años postoperatorio. Se analizaron 90 artículos publicados entre los años 2000 y 2020, recogiendo datos del tipo de prótesis, años de seguimiento y clasificación de la Osificación Heterotópica (HO)

Resultados:

La prevalencia de HO en prótesis cervicales es del 57,3 % y la prevalencia de HO en prótesis lumbares es del 30,08%.

La prótesis cervical que menos probabilidades tienen de padecer HO es Discover (34,65%). Las prótesis lumbares que menos probabilidades de desarrollar HO son Charité-III (20,5%)

Conclusiones:

Las prótesis cervicales desarrollan HO con más frecuencia que las prótesis lumbares. Las prótesis Discover y Charité-III son las indicadas para realizar ACD y ALD respectivamente

Palabras clave:

Osificación heterotópica, artroplastia cervical, artroplastia lumbar

Abstract

Introduction:

In patients with degenerative disc pathology, the surgical technique of discectomy and replacement by disc prostheses is being used more and more frequently. On many occasions, years after the intervention, a heterotopic ossification develops as a secondary effect, which reduces intervertebral mobility and fuses vertebrae. It has been observed that the probability of the appearance of heterotopic ossification (HO) is linked to the prosthetic type used.

The objective of this GFR is to carry out a systematic review and update the data on the incidence of heterotopic ossification after disc arthroplasty and to determine which prosthetic model is the least likely to develop this complication.

Material and methods:

A systematic review of the literature was carried out that includes patients who underwent an Anterior Cervical Discectomy (ACD) and Anterior Lumbar Discectomy (ALD) with a minimum follow-up of two years postoperatively. 90 articles published between 2000 and 2020 were analyzed, collecting data on the type of prosthesis, follow-up follow-up and classification of Heterotopic Ossification (HO)

Results:

The prevalence of HO in cervical prostheses is 57.3% and the prevalence of HO in lumbar prostheses is 30.08%.

The cervical prosthesis least likely to have HO is Discover (34.65%). The lumbar prostheses least likely to develop HO are Charité-III (20.5%)

Conclusions:

Cervical prostheses develop HO more frequently than lumbar prostheses. Discover and Charité-III prostheses are indicated to perform ACD and ALD respectively

Keywords:

heterotopic ossification, cervical arthroplasty, lumbar arthroplasty

1. Introducción

1.1 Discectomía Cervical Anterior y Discectomía Lumbar Anterior

La Discectomía Cervical Anterior (ACD por sus siglas en inglés) y la Discectomía Lumbar Anterior (ALD) son los gold estándar para el tratamiento de los trastornos degenerativos de los discos vertebrales que se manifiestan con una clínica que consiste principalmente en: radiculopatía, mielopatía o mieloradiculopatía. Los estudios clínicos han mostrado unos buenos resultados y una alta satisfacción del paciente después de realizar los Reemplazos de Disco Artificial (ADR en inglés)^[1] como tratamiento a estos trastornos degenerativos vertebrales reemplazando esta técnica a la fusión vertebral como tratamiento quirúrgico de elección, sin embargo se han reportado varios casos de Osificaciones Heterotópicas (HO) después de realizar las Discectomías Cervical y Lumbar Anterior^[2]

1.1.1 Discectomía cervical anterior

La ACD es una técnica quirúrgica que consiste en la retirada de las partes vertebrales cervicales afectas y su remplazo y fusión con unas prótesis vertebrales, los pasos son los siguientes

- 1- El cirujano realizará una incisión en la parte anterior de su cuello y desplazará la tráquea, el esófago y las vasculatura hacia un lado para permitir acceder a la zona perivertebral
- 2- El cirujano retirará con extremo cuidado el disco intervertebral desgastado que se encuentra presionando los nervios y/o médula y produzcan la clínica.
- 3- El espacio dejado se colocará la prótesis vertebral, que intentará mantener lo máximo posible la misma movilidad y función del disco intervertebral y de la articulación intervertebral previa a la cirugía

1.1.2 Discectomía lumbar anterior

La ALC es una técnica quirúrgica que consiste en la retirada de las partes de las vértebras cervicales afectas y su remplazo y fusión con unas prótesis vertebrales, los pasos son los siguientes:

- 1- El cirujano realizará un abordaje anterior retroperitoneal mediante una incisión en la cara anterior del abdomen y se circunvalarán todas las estructuras intraperitoneales
- 2-El cirujano retirará con extremo cuidado el disco intervertebral desgastado que se encuentra presionando los nervios y/o médula y produciendo la clínica
- 3- El espacio dejado se colocará la prótesis lumbar, que intentará mantener lo máximo posible la misma la movilidad y función del disco intervertebral y de la articulación intervertebral previa a la cirugía

1.2 Prótesis vertebrales

1.2.1 Prótesis Cervicales

Las prótesis cervicales se clasifican en dos ejes diferentes: Compuestos/Un Material o Unión Móvil/Unión Rígida (Figura 1)^[3]

Las prótesis de Unión Rígida tienen el objetivo de separar físicamente de las vértebras y que con el tiempo se osteointegre, pero es necesario mayor tiempo para su fijación a los cuerpos vertebrales. Sus principales efectos secundarios son una disminución de la flexibilidad articular con lo que se reduce la capacidad de movilidad, y por otro lado sobrecargas en los discos intervertebrales adyacentes a la prótesis generando de este modo un desgaste de los discos vertebrales superiores e inferiores a la prótesis de Unión Rígida

Las prótesis de unión móvil, su objetivo es también la separación física de las vértebras pero manteniendo la flexibilidad y funcionalidad vertebral. Sin embargo también tienen efectos secundarios como la osificación heterotópica (HO)^[3]



Figura 1: Clasificación en doble eje de las prótesis discales[3]

Las principales prótesis cervicales estudiadas en este metaanálisis y su clasificación son (Figura 2):

Prótesis compuesta y unión rígida: Prestige LP, Discover
 Prótesis compuesta y unión móvil: ProDisc-C, Mobi-C, Bryan, Active-C, PCM



Figura 2: prótesis cervicales

Prestige-LP: Conformado por una prótesis compuesto de cerámica de titanio, no tiene un núcleo móvil sino un centro de rotación variable (COR) y permite un máximo de 10 grados de flexión/extensión, lateralización y rotación^[4]

Discover: Conformado por dos placas terminales de aleación de titanio con una cubierta convexa y un núcleo articulado central de polietileno, y permite 9 grados de flexión/extensión, lateralización y rotación.^[5]

Bryan-C: consiste 3 partes, la más externa que son dos esferas convexas de aleación de titanio poroso, en el centro un núcleo circular de poliuretano intermedio que se articula con cada esfera y por último una vaina exterior de poliuretano flexible que es la responsable de una una mayor movilidad y flexibilidad^[6]

ProDisc-C: Compuesto por placas protésicas superior e inferior, fabricadas en aleación de cobalto, cromo y molibdeno articuladas por núcleo semi-esférico, permite 17 grados de flexión/extensión, lateralización y rotación. Dispone de 6 tamaños diferentes dependiendo de la vértebra sustituida.^[7]

Mobi-C: Conformado por 2 delgados platillos de cromo-cobalto con una superficie de titanio áspera y una capa de hidroxiapatito con dos topes laterales que refuerzan la fijación de la prótesis, en el centro se encuentra un núcleo de polietileno de alta densidad que se desliza sobre el platillo inferior para permitir los 10 grados de flexión/extensión, lateralización y rotación.^[8]

Active-C: consiste en dos placas: una superior con púas para anclaje en el disco vertebral y otra placa inferior con incrustación de polietileno integrada y central con de anclaje para fijación en el disco vertebral, ambas placas forman una articulación esférica.^[9]

PCM: consta de una placa superior de metal (aleación de cobalto, cromo y molibdeno) y una placa inferior de metal a la que se une un espaciador de plástico (polietileno).^[10]

1.2.2 Prótesis Lumbares

Las principales prótesis lumbares son compuestas y móviles y son las siguientes: (Figura 4):

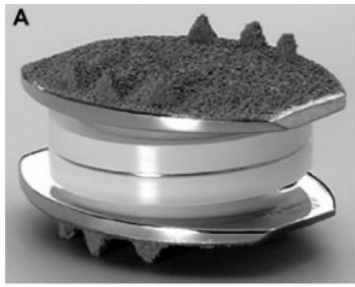
Charité-III: consiste en un Núcleo deslizante hecho con polietileno de peso molecular ultra alto que se articula entre estas placas terminales que están hechas de una aleación de cobalto-cromo-molibdeno con una convexidad par coincidir mejor con la concavidad de las placas terminales de las vértebras lumbares, la placa de fijación se obtiene con 3 dientes de fijación en la parte anterior y 3 posterior. ^[15]

ProDisc-L/II: conformado por núcleo de polietileno restringido con 2 placas terminales (superior e inferior) compuesto de de cromo cobalto y con una espiga central (una inferior otra superior) que aumenta la fijación a las vértebras. El centro de rotación se sitúa inmediatamente por debajo de la placa superior y permite movimientos de flexión/extensión, rotación y lateralización. ^[15]

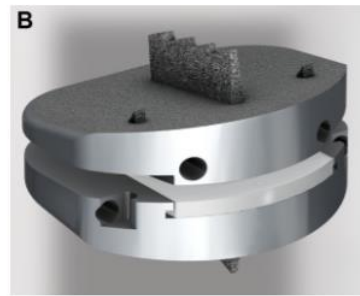
Active-L: Se compone de un núcleo móvil controlado con una placa inferior y superior de cobalto-cromo en cuya parte terminal hay una incrustación de polietileno que ayuda a la fijación a los discos cervicales. ^[15]

XL-TDR: Es una prótesis de 2 piezas compuestas de metal con una superficie de cobalto, cromo y molibdeno (CoCrMo) y un revestimiento superficial de titanio edroxiapatita que tiene dientecillos para facilitar la fijación a los discos cervicales. ^[15]

M6-L: formado por un núcleo artificial de policarbonato uretano rodeado de un anillo artificial hecho de polietileno que a su vez une las dos placas de titanio, estas placas tienen en sus partes terminales unos platos finales de titanio con una doble quilla para ayudar a la fijación protésica. ^[15]



Charité-III



ProDisc-L



Active-L



XL-TDR



M6-L

Figura 3: prótesis lumbares

1.3 Prótesis vertebrales

La Osificación Heterotópica (HO en inglés) se define como la formación y crecimiento anormal del hueso en los tejidos no esqueléticos incluidos músculos, tendones y otros tejidos blandos, y es un fenómeno que se puede producir después de la realización de una ACD o de una ALD, ocasionando una disminución de la movilidad de la articulación intervertebral intervenida, retorno de los síntomas preoperatorios e incluso la fusión vertebral y restricción de movilidad vertebral. La incidencia de la HO posterior a una ACD oscila entre 7,7%-94,1% dependiendo de si la prótesis es móvil o fija y de los diferentes modelos de prótesis^[16]

1.3.1 Clasificación de la osificación heterotópica

En 2003 McAfee et al^[17] detectaron HO en su estudio tras realizar una Resonancia Magnética Vertebral años después de las ADR, y propusieron un sistema de clasificación de la HO a través de los hallazgos intervertebrales de la RM. Gracias a esta Escala de McAfee se podrían clasificar los diferentes grados de HO y saber estadísticamente que tipo de prótesis podría producir HO y cuál era su grado de gravedad. En 2005, Mehren et al^[18] en su estudio prospectivo propusieron una modificación del esquema de clasificación del estudio de McAfee, a raíz de esto más y más estudios sobre ACDF y ALDF han incorporado la clasificación McAfee para las HO (Figura 4)

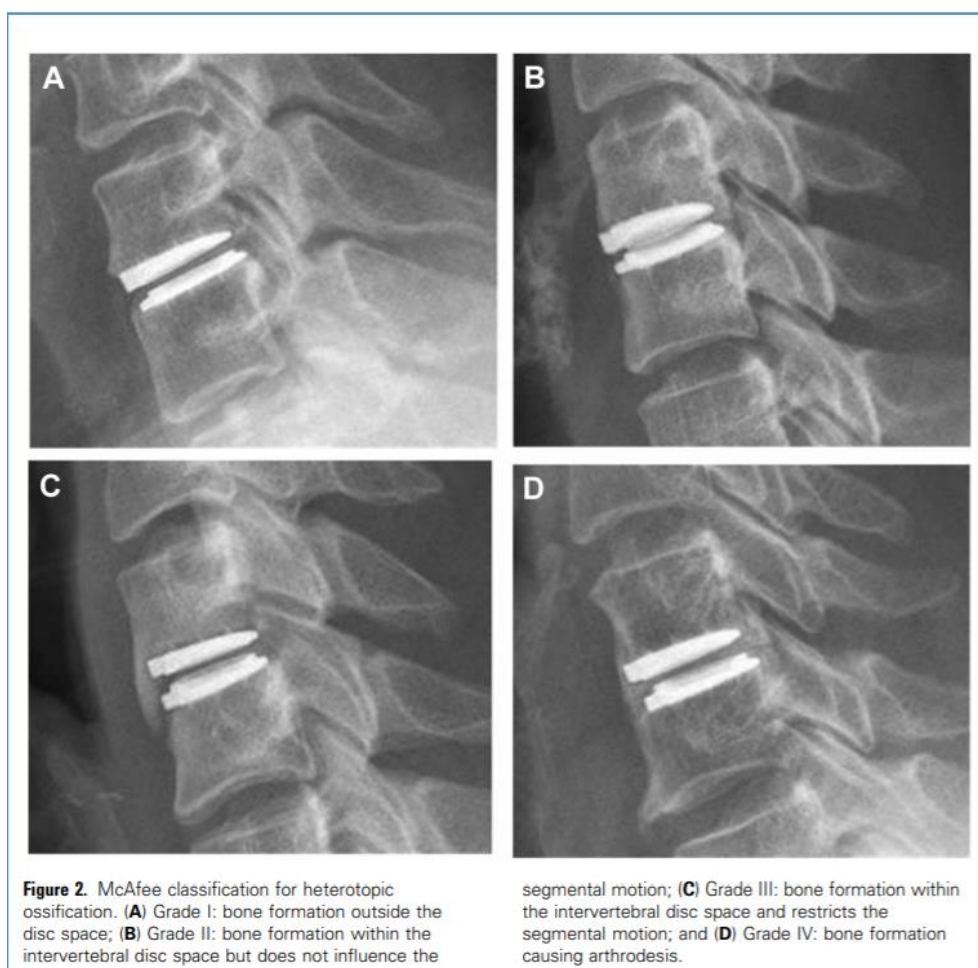


Figura 4: Clasificación McAfee para Osificación Heterotópica (HO)^[19]

Clasificación McAfee: Grado 0 HO significa que no se produce HO en las radiografías; grado 1 HO significa que el HO ocurre dentro del tejido blando pero no está presente entre los planos formados

por las 2 placas terminales vertebrales y no bloquea el movimiento de las vértebras; grado 2 HO significa la HO ocurre entre los planos formados por las 2 placas terminales vertebrales sin bloquear el movimiento; grado 3 HO significa que el HO ocurre entre los planos y disminuye el rango de movimiento (ROM) de las vértebras; grado 4 HO significa el HO es grave y causa aparente anquilosis ósea y una fusión vertebral en la práctica.

En el año 2012 se hizo el primer metaanálisis sobre este tema, realizado por Chen et al^[20], pero sin embargo la investigación solo se realizó con un seguimiento máximo de dos años posteriores a las ADR, posteriormente se han realizado metaanálisis en los que el tiempo de seguimiento son hasta 10 años post-ADR dónde se pueden observar mejor los hallazgos y grados de HO que van apareciendo con los años.

2. Hipótesis

En los últimos cinco años se ha producido un aumento en la publicación de artículos médicos sobre la osificación heterotópica (HO) y la probabilidad de aparición de esta tras el uso de los diferentes modelos protésicos, estos nuevos artículos también han estudiado un mayor abanico de modelos protésicos con un mayor tiempo de seguimiento para observar la aparición o no de HO a largo tiempo.

La lectura de estas nuevas publicaciones con más seguimiento y más modelos a analizar pueden ayudarnos a ver si en los últimos cinco años ha habido algún cambio en cuanto al porcentaje de aparición de osificación heterotópica y sus grados al utilizar una prótesis como remplazo de disco, este cambio podría determinar cuáles serían actualmente las prótesis más indicadas dentro de cada grupo y por lo tanto asegurarnos de que el paciente tenga los mínimos efectos secundarios posibles.

Este incremento de número de artículos y seguimiento nos puede ayudar comprobar si nuestra hipótesis de que cuanto más años de evolución pasan después de la colocación de la prótesis hay más probabilidad de desarrollar una HO y que esta sea de alto grado, ya que estas complicaciones protésicas tendrán más tiempo para poder desarrollar y aumentar una HO.

3. Objetivos

3.1 Objetivo principal

El objetivo principal de este TFG es realizar una revisión bibliográfica actualizada sobre el porcentaje de aparición HO y sus grados dependiendo de los diferentes tipos de prótesis cervicales y lumbares, de este modo se podrá determinar de una manera más reciente cuál es el tipo y el modelo protésico que menor porcentaje de HO produce a corto y largo plazo. Para ello recogemos diferentes artículos científicos sobre la aparición de HO y sus grados en diferentes modelos prótesis cervicales y lumbares.

3.2 Objetivos secundarios

Determinar qué modelo de prótesis dentro de cada tipo clasificatorio (unión rígida/unión móvil) es el que menos porcentaje de Alta/High HO (McAfee III-IV) produce a largo plazo.

Determinar qué modelo de prótesis cervical y lumbar es el que más porcentaje de Alta/High HO (McAfee III-IV) produce a largo plazo.

Determinar la evolución de la HO con el paso del tiempo en los diferentes modelos protésicos.

4. Material y métodos

4.1 Diseño de Estudio

Se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura científica electrónica en diferentes webs como *PubMed/Medline*, *SciELO*, *Scopus* y *Cochrane Library* incluyendo artículos retrospectivos y prospectivos de pacientes que se sometieron a una ACD (Anterior Cervical Discectomy) de un solo nivel y de múltiples niveles, con un espacio de publicación entre Enero de 2010 y Diciembre de 2020 y pacientes que se sometieron a una ALD (Anterior Lumbar Discectomy) de un solo nivel y de múltiples niveles, con un espacio de publicación entre Enero de 2000 y Diciembre de 2020 .

Los pacientes que se sometieron a ACDF con ProDisc-C, Mobi-C, Bryan, Active-C, PCM formaron el grupo de unión móvil y los pacientes que se sometieron a ACDF con Prestige-LP y Discover formaron el grupo de unión fija.

4.2 Estrategia de búsqueda literaria

Se desarrolló una estrategia de búsqueda a nivel cervical para cada base de datos utilizando los siguientes términos: (((heterotopic ossification[MeSH Terms]) OR heterotopic ossification[Title]) OR pathologic ossification[Title])) AND (((total disc replacement[MeSH Terms]) OR disc replacement[Title]) OR disc arthroplasty [Title])) AND ((cervical vertebrae[MeSH Terms]) OR cervical [Title])

a nivel lumbar se utilizaron los siguientes términos: (((heterotopic ossification[MeSH Terms]) OR heterotopic ossification[Title]) OR pathologic ossification[Title])) AND (((total disc replacement[MeSH Terms]) OR disc replacement[Title]) OR disc arthroplasty [Title])) AND ((lumbar vertebrae[MeSH Terms]) OR lumbar [Title])

4.3 Criterios de inclusión y exclusión

Siguiendo estos criterios de inclusión y exclusión han sido introducidos al estudio 3.147 prótesis (2.389 cervicales y 758 lumbares)

4.3.1 Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión fueron pacientes operados quirúrgicamente con un remplazo de disco cervical y lumbar por una enfermedad del disco vertebral C3-C7 Y T12-L4 de origen degenerativo y con un seguimiento radiológico superior a dos años.

4.3.2 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión fueron pacientes con una enfermedad del disco vertebral de origen no degenerativo como osificación del ligamento osificación del ligamento longitudinal posterior; signos radiográficos de inestabilidad previos, cirugía previa de columna en el mismo grupo vertebral, osteoporosis, enfermedad reumatoide, artritis o infección y con un seguimiento radiológico inferior a dos años.

4.3.3 Recopilación de datos y valoración clínica

Se recogieron las siguientes variables: primer autor, año de publicación, tamaño de la muestra en prótesis utilizadas, duración del seguimiento en años, tipo de prótesis, osificación heterotópica (HO). En todos los estudios incluidos, la aparición de HO se registró según la clasificación de McAfee, que consta de 5 grados (0,1,2,3 y 4) según la radiografías de las columna cervical y lumbar en diferentes posiciones como flexión-extensión y flexión lateral, lateralización, se agruparon la HO en 3 grupos: No HO (0 en la clasificación McAfee) Low HO (la suma de 1 y 2 McAfee) y High HO (la suma de 3 y 4 en McAfee).

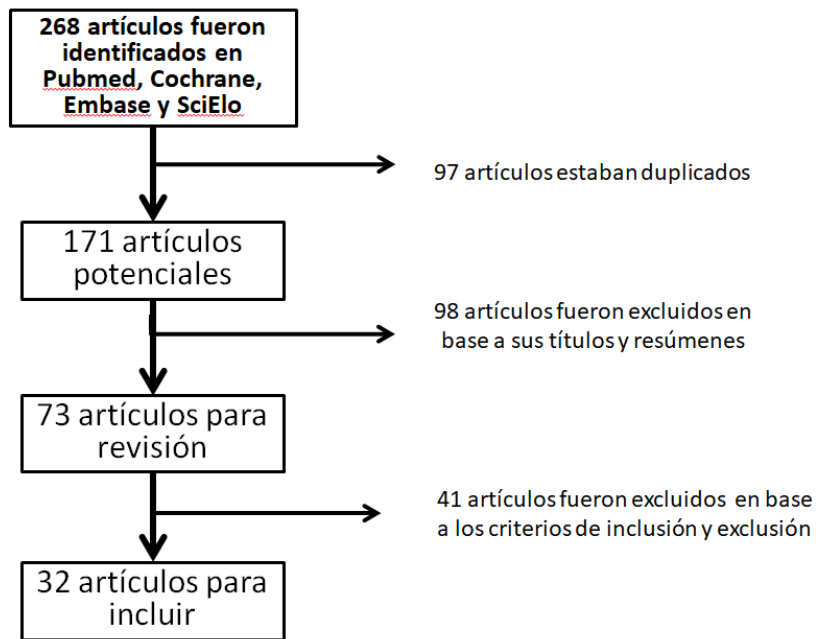


Figura 5: Diagrama del proceso de selección de los artículos a nivel cervical para esta revisión bibliográfica.

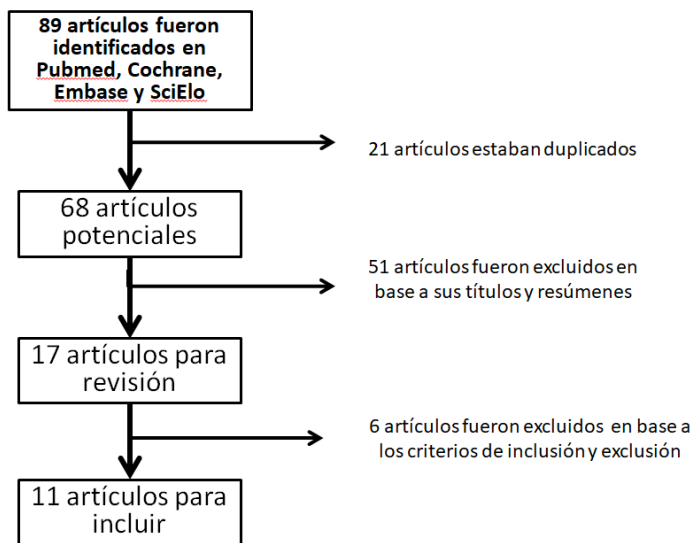


Figura 6: Diagrama del proceso de selección de los artículos a nivel cervical para esta revisión bibliográfica.

4.3.4 Extracción de datos y medidas de resultado

Para cada estudio incluido, se extrajo la siguiente información:

Primer autor, año de publicación, tipo de prótesis, diseño del estudio, duración del seguimiento, tamaño de la muestra y número de pacientes con HO después de la cirugía.

5. Resultados

Para esta revisión bibliográfica se han recogido datos de artículos con pacientes sometidos a una ACD y ALD que cumplieran los criterios de inclusión y no cumplieran ninguno de los criterios de exclusión hasta recoger una muestra de 2.389 prótesis discales cervicales y 758 prótesis discales lumbares.

5.1 Resultados del objetivo principal de estudio

5.1.1 Resultados prótesis cervicales del objetivo principal de estudio

Los resultados de la búsqueda bibliográfica fueron clasificados según el tipo de prótesis: Prótesis de unión rígida y prótesis de unión móvil, a su vez cada uno de estos tipos de prótesis fueron subclasificados según el modelo protésico.

Prótesis Móviles (ProDisc-C, Mobi-C, Bryan, Active-C, PCM)									
Artículo	Prótesis		0= No HO	% No HO	Low HO (I-II)	% Low HO	High HO (III-IV)	% High HO	TOTAL
Yi S. 2010	Bryan	4 years post-op	64	79%	13	16,00%	4	5,00%	81
Ryu 2010	Bryan	2 years post-op	6	32%	8	42,10%	3	26,30%	17
Y. J. Jin 2013	Bryan	3 years post-op	18	51,42 %	13	37,14%	4	11,44%	35
Zhang Z. 2013	Bryan	4 years post-op	16	80%	4	20%	0	0%	20
Zhang Z. 2015	Bryan	2 years post-op	15	57,7%	7	27,00%	2	15,30%	24
Lei T. 2016	Bryan	8 years	17	46,80%	10	28,60%	8	22,80%	35
Zhao, Y. 2016	Bryan	6 years post-op	13	31%	1	2,34%	28	66,66%	42
Zeng J 2018	Bryan	2 years post-op	24	68,60%	4	11,40%	7	20,00%	35
Zhou F 2018	Bryan	5 years post-op	33	57,90%	7	12,30%	17	30%	57
Yang 2020	Bryan	2 years post-op	4	14,81%	11	40,75%	12	44,44%	27
Yi S. 2010	Mobi-C	4 years post-op	29	48%	26	42,62%	6	9,74%	61
Lee SE 2015	Mobi-C	3,6 years post-op	3	25%	6	50,00%	3	25,00%	12
Nunley 2018	Mobi-C	7 years post-op	8	2%	298	70,30%	118	27,80%	424
Y. J. Jin 2013	PCM	3 years post-op	6	20%	12	40%	12	40%	30
Yang 2020	Active-C	2 years post-op	10	32,25%	4	13%	17	54,75	31
Suchomel 2010	ProDisc-C	4 years post-op	7	12%	15	25,00%	38	63,30%	60
Yi S. 2010	ProDisc-C	4 years post-op	8	29%	15	53,57%	5	17,43%	28
Ryu 2010	ProDisc-C	2 years post-op	9	53%	8	47,00%	0	0,00%	17
Barbagallo 2010	ProDisc-C	3 years post-op	19	50%	8	21,00%	11	29,00%	38
Zhao YB 2013	ProDisc-C	63 month post-op	9	35%	3	12%	14	53%	26
Zhang Z. 2015	ProDisc-C	2 years post-op	16	55,55%	7	26,00%	2	18,45%	25
Loumeau 2016	ProDisc-C	7 years post-op	4	10%	12	30,75%	23	59,00%	39
Rozankovic 2017	ProDisc-C	4 years post-op	51	70%	5	12,50%	5	12,50%	61
Mehren 2017	ProDisc-C	10 years post-op	8	12%	22	31,40%	40	57,10%	70
Zeng J 2018	ProDisc-C	2 years post-op	17	44,70%	10	26,30%	11	29,00%	38
Zhao 2019	ProDisc-C	10 years post-op	5	18,50%	5	18,50%	15	63%	25
Mehren 2019	ProDisc-C	2 years post-op	6	15,4	21	53,84%	12	30,76%	39
TOTAL	móviles		425	30,40%	555	39,70%	417	29,90%	1397

Figura 7: Datos HO prótesis móviles

Observamos en el caso de que la prótesis sea del tipo unión móvil la probabilidad de no desarrollar HO es del 30,40%, la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 39,70% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 29,90%

Bryan-c									
Artículo	Prótesis		0= No HO	% No HO	Low HO (I-II)	% Low HO	High HO (III-IV)	% High HO	TOTAL
Yi S. 2010	Bryan	4 years post-op	64	79%	13	16,00%	4	5,00%	81
Ryu 2010	Bryan	2 years post-op	6	32%	8	42,10%	3	26,30%	17
Y.J. Jin 2013	Bryan	3 years post-op	18	51,42 %	13	37,14%	4	11,44%	35
Zhang Z. 2013	Bryan	4 years post-op	16	80%	4	20%	0	0%	20
Zhang Z. 2015	Bryan	2 years post-op	15	57,7%	7	27,00%	2	15,30%	24
Lei T. 2016	Bryan	8 years post-op	17	46,80%	10	28,60%	8	22,80%	35
Zhao, Y. 2016	Bryan	6 years post-op	13	31%	1	2,34%	28	66,66%	42
Zeng J 2018	Bryan	2 years post-op	24	68,60%	4	11,40%	7	20,00%	35
Zhou F 2018	Bryan	5 years post-op	33	57,90%	7	12,30%	17	30%	57
Yang 2020	Bryan	2 years post-op	4	14,81%	11	40,75%	12	44,44%	27
TOTAL	Bryan		210	56,30%	78	20,90%	85	22,80%	373

Figura 8: Datos HO prótesis Bryan C [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30]

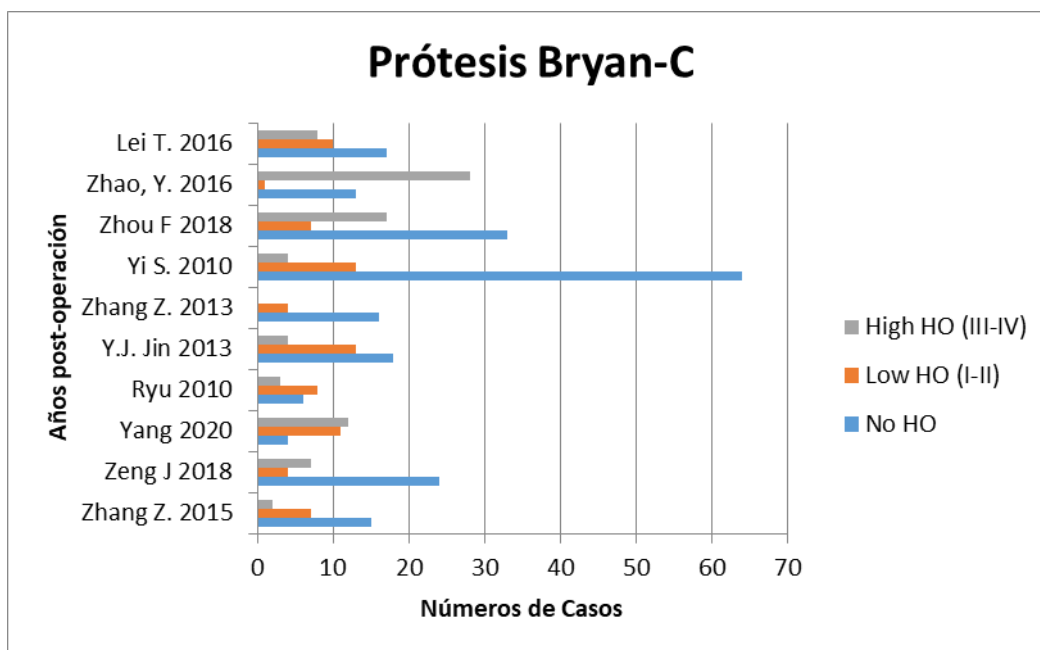


Figura 9: Diagrama de barras HO Bryan

Podemos ver que en el caso de la prótesis móvil Bryan-C la probabilidad de no desarrollar HO es del 56,30%, la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 20,90% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 22,80%

Mobi-C									
Artículo	Prótesis		0= No HO	% No HO	Low HO (I-II)	% Low HO	High HO (III-IV)	% High HO	TOTAL
Yi S. 2010	Mobi-C	4 years post-op	29	48%	26	42,62%	6	9,74%	61
Lee SE 2015	Mobi-C	3,6 years post-op	3	25%	6	50,00%	3	25,00%	12
Nunley 2018	Mobi-C	7 years post-op	8	2%	298	70,30%	118	27,80%	424
TOTAL	Mobi-C		40	8,06%	330	66,40%	127	25,55%	497

Figura 10: Datos HO prótesis Mobi-C [21] [31] [32]

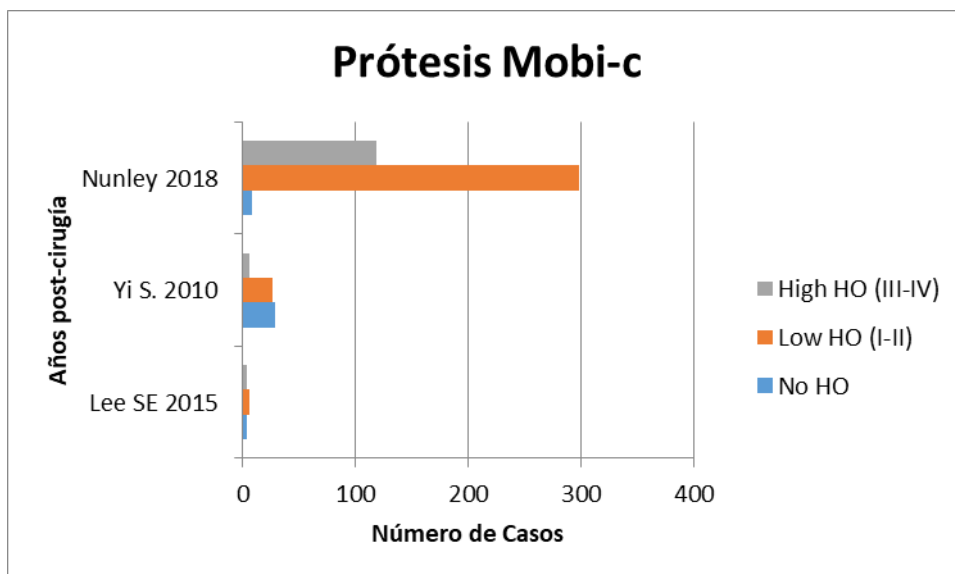


Figura 11: Diagrama de Barras HO en Mobi-C

En caso de ser la prótesis móvil Mobi-C la probabilidad de no desarrollar HO es del 8,06 %, la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 66,40% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 25,55%.

En la tabla podemos ver el caso de la prótesis móvil PCM la probabilidad de no desarrollar HO es del 20 %, la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 40% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 40%.

Si se trata de una prótesis móvil Active-C la probabilidad de no desarrollar HO es del 32,25 %, la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 13% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 54,75%.

ProDisc-C			0= No HO	% No HO	Low HO (I-II)	% Low HO	High HO (III-IV)	% High HO	TOTAL
Artículo	Prótesis								
Suchomel 2010	ProDisc-C	4 years post-op	7	12%	15	25,00%	38	63,30%	60
Yi S. 2010	ProDisc-C	4 years post-op	8	29%	15	53,57%	5	17,43%	28
Ryu 2010	ProDisc-C	2 years post-op	9	53%	8	47,00%	0	0,00%	17
Barbagallo 2010	ProDisc-C	3 years post-op	19	50%	8	21,00%	11	29,00%	38
Zhao YB 2013	ProDisc-C	5,2 years post-op	9	35%	3	12%	14	53%	26
Zhang Z. 2015	ProDisc-C	2 years post-op	16	55, 55%	7	26, 00%	2	18, 45%	25
Loumeau 2016	ProDisc-C	7 years post-op	4	10%	12	30,75%	23	59,00%	39
Rozankovic 2017	ProDisc-C	4 years post-op	51	70%	5	12,50%	5	12,50%	61
Mehren 2017	ProDisc-C	10 years post-op	8	12%	22	31,40%	40	57,10%	70
Zeng J 2018	ProDisc-C	2 years post-op	17	44,70%	10	26,30%	11	29,00%	38
Zhao 2019	ProDisc-C	10 years post-op	5	18,50%	5	18,50%	15	63%	25
Mehren 2019	ProDisc-C	2 years post-op	6	15,4	21	53,84%	12	30,76%	39
TOTAL			159	34,12%	131	28,11%	176	37,77%	466

Figura 12: Datos HO prótesis ProDisc-C [33] [21] [22] [34] [35] [25] [36] [37] [38] [28] [39] [40]

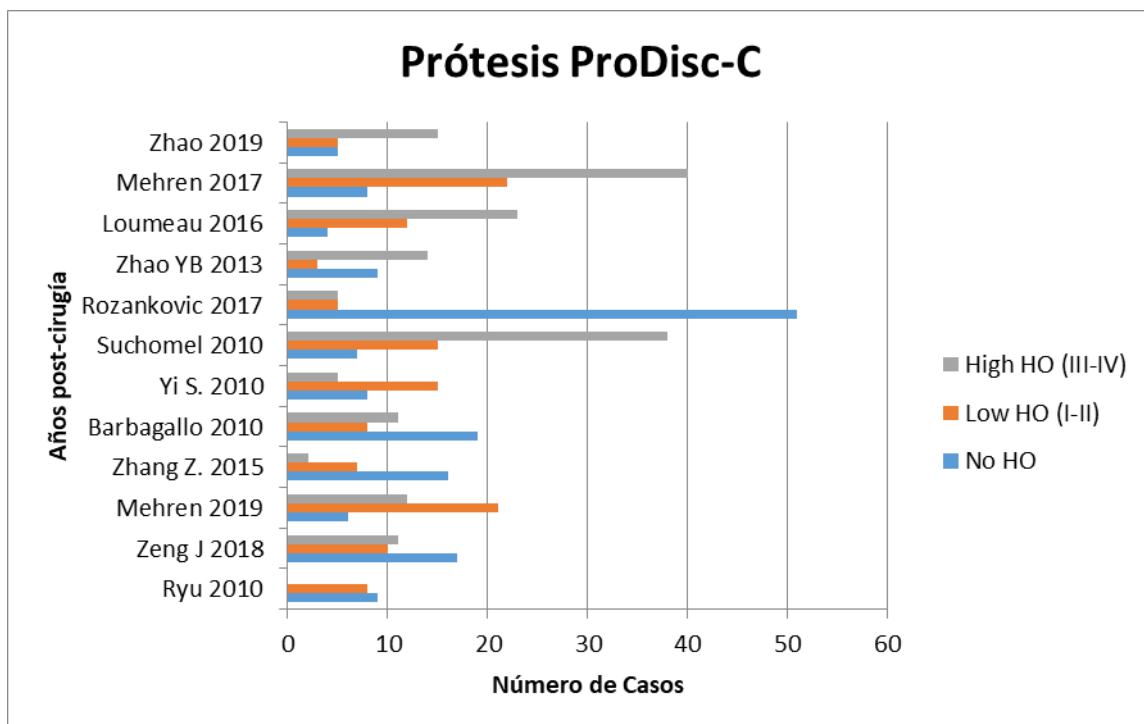


Figura 13: Diagrama de Barras HO en ProDisc-C

Podemos observar de la prótesis móvil ProDisc-C la probabilidad de no desarrollar HO es del 34,12 %, la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 28,11% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 37,77 %.

Con estos datos concluimos que el modelo Bryan-C será la prótesis móvil que menos HO produce y la que tiene los menores porcentajes de bajo grado y alto grado de HO, por lo que sería el modelo protésico de elección en caso de utilizar una prótesis de unión móvil para el remplazo de disco cervical (ADC)

Prótesis rígida (Prestige-LP, Discover)									
Artículo	Prótesis		0= No HO	% No HO	Low HO (I-II)	% Low HO	High HO (III-IV)	% High HO	TOTAL
Chen F 2013	Prestige-LP	2 years post-op	24	77,4	5	16,10%	2	6,50%	31
Y. J. Jin 2013	Prestige-LP	3 years post-op	12	40%	10	33,33%	8	26,67%	30
Shichang L 2016	Prestige-LP	2 years post-op	61	72%	24	28,25%	0	0,00%	85
Hu, L. 2018	Prestige-LP	3,5 years post-op	53	63,10%	17	20,23%	14	16,67%	84
Zeng J 2018	Prestige-LP	2 years post-op	67	65,70%	15	14,70%	20	19,60%	102
Li J 2013	Discover	2 years post-op	52	86,66%	7	11,66%	1	1,68%	60
Miao J 2018	Discover	4 years post-op	62	60,78%	22	21,56%	18	17,66%	102
Zeng J 2018	Discover	2 years post-op	20	46,50%	11	25,55%	12	28,00%	43
Zeng 2018	Prestige-LP	6 years post-op	44	57,10%	15	19,50%	18	23,40%	77
Zeng J 2019	Prestige-LP	4 years post-op	67	65,70%	14	13,70%	21	20,60%	102
Li G, 2019	Prestige-LP	2 years post-op	60	67,40%	15	16,85%	14	15,75%	89
Wang X 2020	Prestige-LP	10 years post-op	46	34,85%	62	47,00%	24	18,15%	132
Wu TK 2020	Prestige-LP	6 years post-op	24	53%	8	18,60%	13	28,40%	45
Lobo JPFM 2020	Prestige-LP	10 years post-op	3	30%	3	30,00%	4	40,00%	10
TOTAL	rígida		595	60,00%	228	23,00%	169	17,00%	992

Figura 14: Datos HO prótesis Rígida

Observamos en el caso de que la prótesis sea del tipo unión rígida la probabilidad de no desarrollar HO es del 60%, la probabilidad de

desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 23% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 17%

Discover									
Artículo	Prótesis		0= No HO	% No HO	Low HO (I-II)	% Low HO	High HO (III-IV)	% High HO	TOTAL
Li J 2013	Discover	2 years post-op	52	86,66%	7	11,66%	1	1,68%	60
Zeng J 2018	Discover	2 years post-op	20	46,50%	11	25,55%	12	28,00%	43
Miao J 2018	Discover	4 years post-op	62	60,78%	22	21,56%	18	17,66%	102
TOTAL	Discover		134	65,35%	40	19,50%	31	15,15%	205

Figura 15: Datos HO prótesis Discover [41] [23] [42]

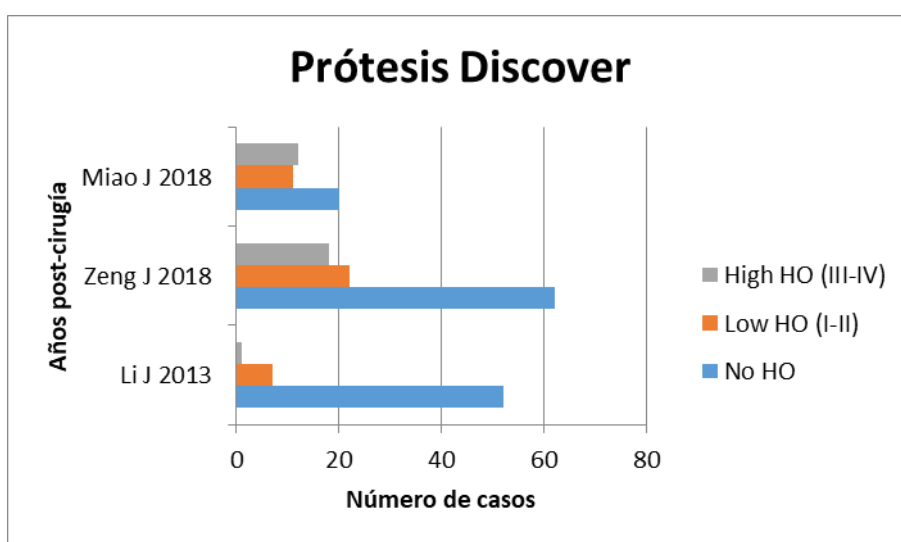


Figura 16: Diagrama de barras HO Discover

Podemos ver en el caso de que la prótesis sea Discover la probabilidad de no desarrollar HO es del 65,35%, la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 19,50% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 15,15%

Prestige									
Artículo	Prótesis		0= No HO	% No HO	Low HO (I-II)	% Low HO	High HO (III-IV)	% High HO	TOTAL
Chen F 2013	Prestige-LP	2 years post-op	24	77,4	5	16,10%	2	6,50%	31
Y.J. Jin 2013	Prestige-LP	3 years post-op	12	40%	10	33,33%	8	26,67%	30
Shichang L 2016	Prestige-LP	2 years post-op	61	72%	24	28,25%	0	0,00%	85
Hu, L. 2018	Prestige-LP	3,5 years post-op	53	63,10%	17	20,23%	14	16,67%	84
Zeng J 2018	Prestige-LP	2 years post-op	67	65,70%	15	14,70%	20	19,60%	102
Zeng 2018	Prestige-LP	6 years post-op	44	57,10%	15	19,50%	18	23,40%	77
Zeng J 2019	Prestige-LP	4 years post-op	67	65,70%	14	13,70%	21	20,60%	102
Li G, 2019	Prestige-LP	2 years post-op	60	67,40%	15	16,85%	14	15,75%	89
Wang X 2020	Prestige-LP	10 years post-op	46	34,85%	62	47,00%	24	18,15%	132
Wu TK 2020	Prestige-LP	6 years post-op	24	53%	8	18,60%	13	28,40%	45
Lobo JPFM 2020	Prestige-LP	10 years post-op	3	30%	3	30,00%	4	40,00%	10
TOTAL	rigida		461	58,57%	188	23,89%	138	17,54%	787

Figura 17: Datos HO prótesis Prestige [43] [23] [44] [45] [28] [46] [47] [48] [49] [50]

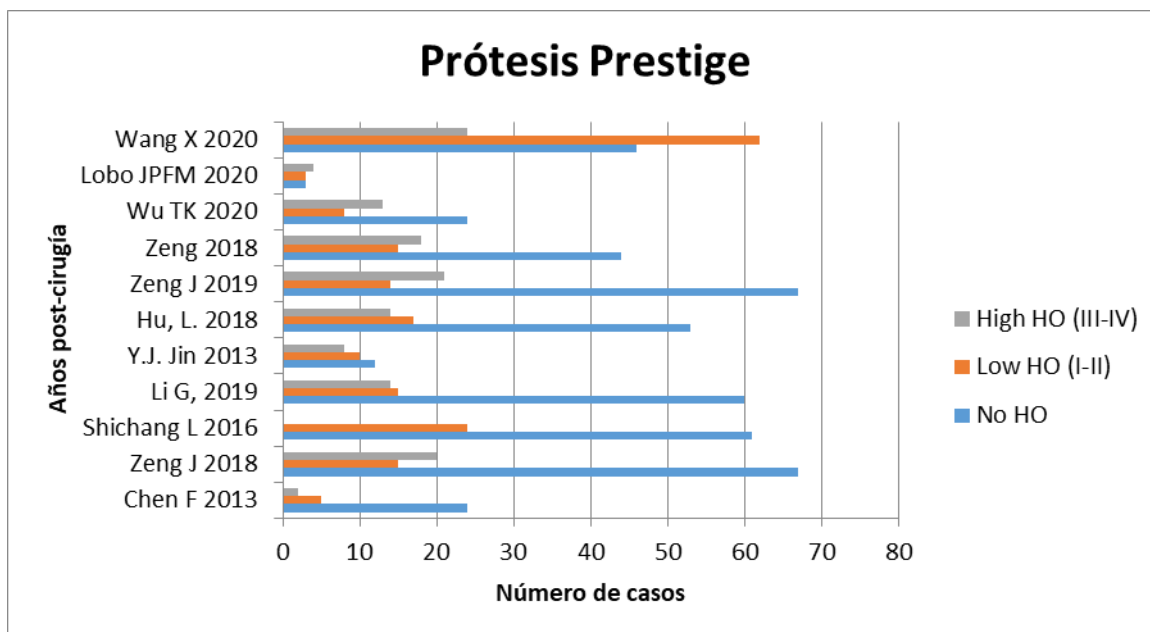


Figura 18: Diagrama de barras HO Prestige

En el caso de que la prótesis sea Prestige la probabilidad de no desarrollar HO es del 58,57%, la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 23,89% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 17,54%.

Con todos estos datos podemos decir que la prótesis Discover será la prótesis fija y la prótesis cervical que menos HO produce y la que tiene los menores porcentajes de bajo grado y alto grado de HO de todas las por lo que sería el modelo protésico de elección en caso de utilizar una prótesis de unión rígida para el remplazo de disco cervical (ADC). La prótesis Discover a pesar de ser el modelo protésico con menos probabilidades de HO es de unión rígida, lo que dificultaría la movilidad de la articulación que pretende sustituir.

5.1.2 Resultados prótesis lumbares del objetivo principal de estudio

A diferencia de las prótesis cervicales las prótesis lumbares no tienen una clasificación según el tipo de unión, simplemente su diferencia radica en el modelo protésico.

CHARITÉ-III									
Tortolani PJ 2007	CHARITE-III	2 years post-op	264	95, 65%	12	4, 35%	0	0,00%	276
Jones CW 2012	CHARITE-III	3 years post-op	10	45, 45%	12	54, 55%	0	0,00%	22
Lu SB 2015	CHARITE-III	11 years post-op	8	24%	16	48,48%	9	27,27%	33
Lu S 2017	CHARITE-III	15 years post-op	9	26%	17	48,60%	9	25,70%	35
Total	CHARITE-III		291	79, 50%	57	15, 57%	18	4, 93%	366

Figura 19: Datos HO prótesis Charité-III [51] [52] [53] [54]

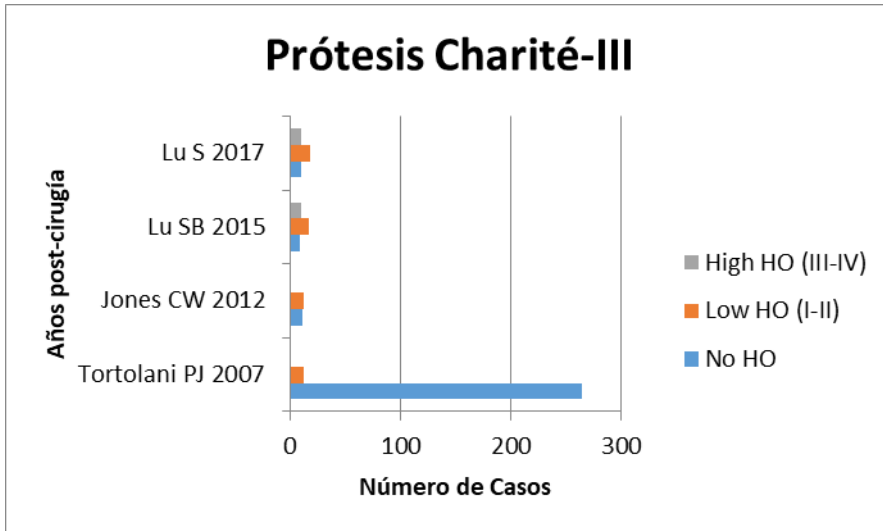


Figura 20: Diagrama de Barras HO Charité-III

En las prótesis modelo Charité-III la probabilidad de no tener una HO es del 79,50%, la probabilidad la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 15,57% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 4,93%

ProDisc-II									
Linovitz 2001	ProDisc-II	2 years post-op	51	88%	7	12,00%	0	0,00%	58
Park SJ 2010	ProDisc-II	3,75 years post-op	50	66, 66%	20	26,66%	5	6,68%	75
Park HJ 2017	ProDisc-II	8,7 years post-op	30	50%	18	30,00%	12	20,00%	60
TOTAL	ProDisc-II		131	67, 87%	45	23, 31%	17	8, 82%	193

Figura 21: Datos Prótesis ProDisc-II [55] [56] [57]

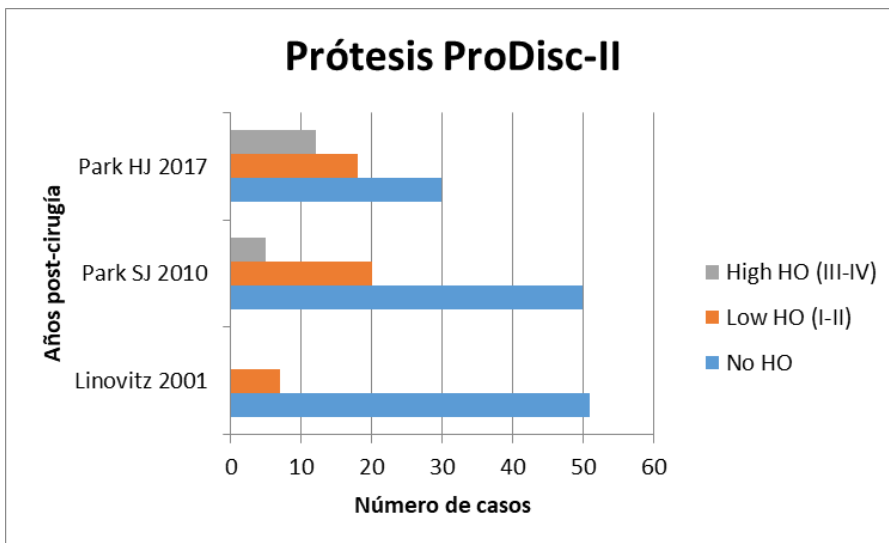


Figura 22: Diagrama de barras HO ProDisc-II

Podemos ver como en las prótesis ProDisc la probabilidad de no tener una HO es del 67,87%, la probabilidad la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 23,31% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 8,82%

XL-TDR									
Tohmeh AG 2015	XL-TDR	3 years post-op	26	89, 65%	3	10, 35%	0	0,00%	29
Porkorny 2018	XL-TDR	5 years post-op	6	9%	35	53,00%	25	38,00%	66
TOTAL	XL-TDR		32	33, 64%	36	37, 9%	25	28, 46%	95

Figura 23: Datos HO prótesis XL-TDR [58] [59]

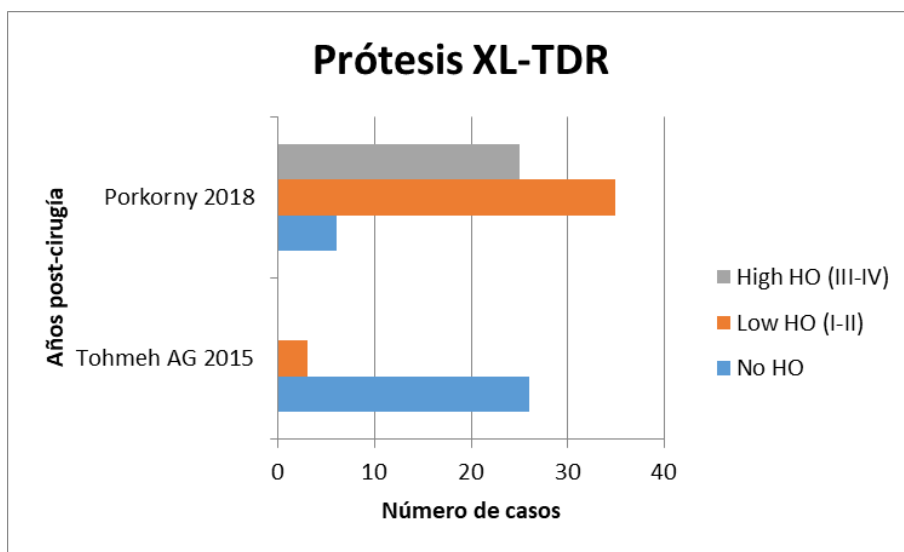


Figura 24: Diagrama de barras HO XL-TDR

En el caso de las prótesis XL-TDR la probabilidad de no tener una HO es del 33,64%, la probabilidad la probabilidad de desarrollar una HO bajo grado (McAfee I-II) es del 37,9% y la probabilidad de desarrollar una HO de alto grado (McAfee III-IV) es del 28,46%

A corto plazo podríamos decir que las prótesis que menos HO pueden producir en el paciente y por tanto la más indicada para la ALD son las prótesis Charité-III.

5.2 Resultados del objetivos secundarios del estudio

5.2.1 Resultados prótesis cervicales del objetivo principal de estudio

Los objetivos secundarios de este estudio son:

Determinar qué modelo de prótesis cervical dentro de cada tipo es el que menos porcentaje de HO Alto Grado (McAfee III-IV) produce a largo plazo, en el caso del Tipo de unión móvil y observar la evolución de la HO con el paso del tiempo en los diferentes modelos protésicos.

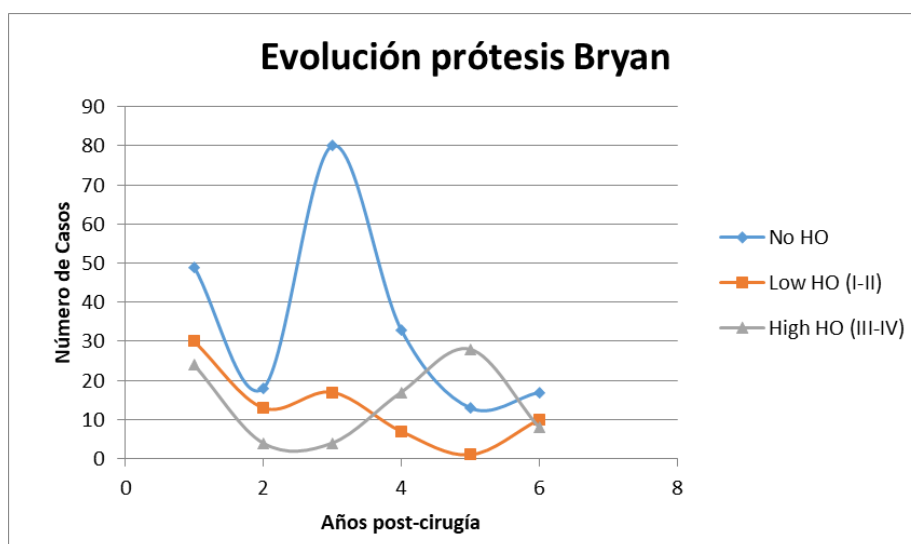


Figura 25: Evolución HO Bryan

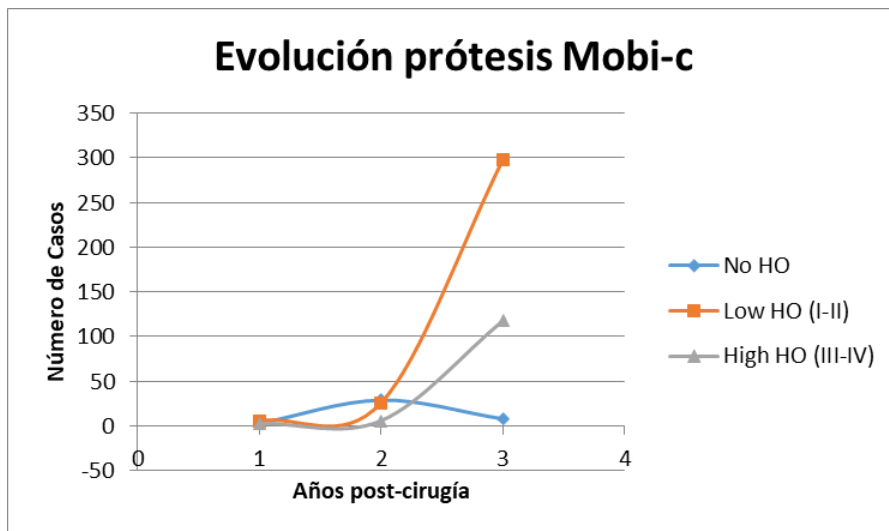


Figura 26: evolución HO Mobi-C

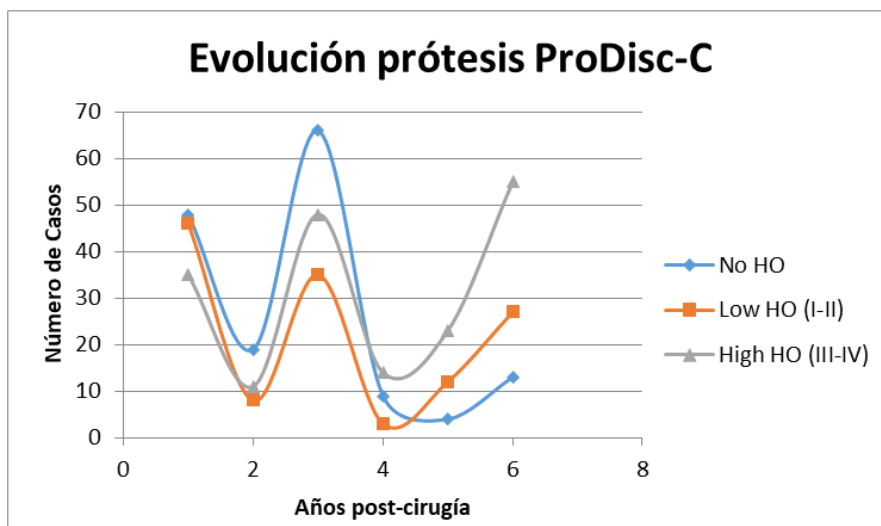


Figura 27: Evolución HO ProDisc-C

En el caso de las prótesis de unión móvil podemos observar gracias a estas 3 gráficas como la tendencia en las prótesis Mobi-C y ProDisc-C es el aumento de los casos de las HO de bajo y alto grado superando a la ausencia de HO, sin embargo en las prótesis Bryan no hay una evolución tan marcada hacia tener un mayor número de casos y probabilidades de sufrir HO de bajo y alto grado, aunque aumente las probabilidades de padecer esta complicación posterior a la operación. Los pacientes cuya prótesis de unión móviles Bryan son los que menores probabilidades presentarán de sufrir una HO de alto grado a largo plazo.

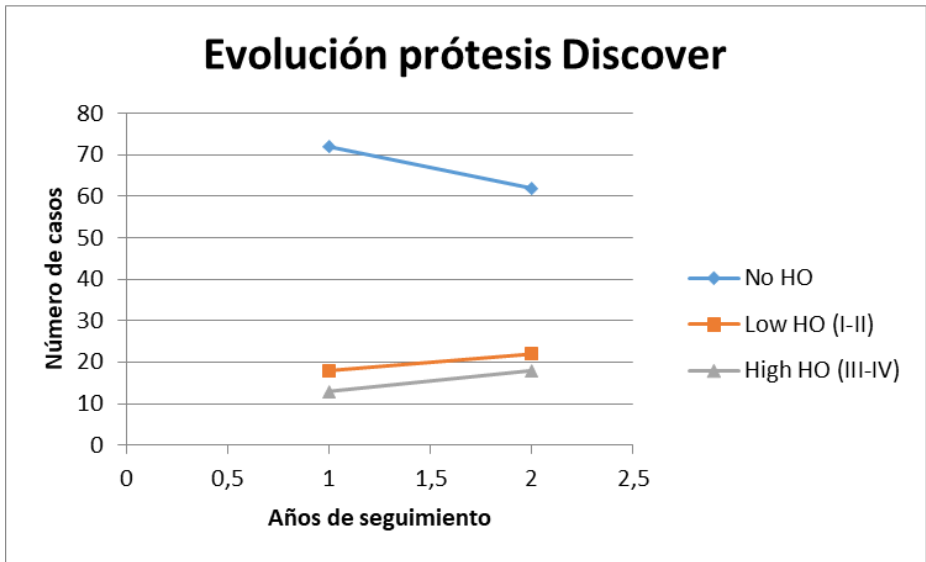


Figura 28: Evolución HO Discover

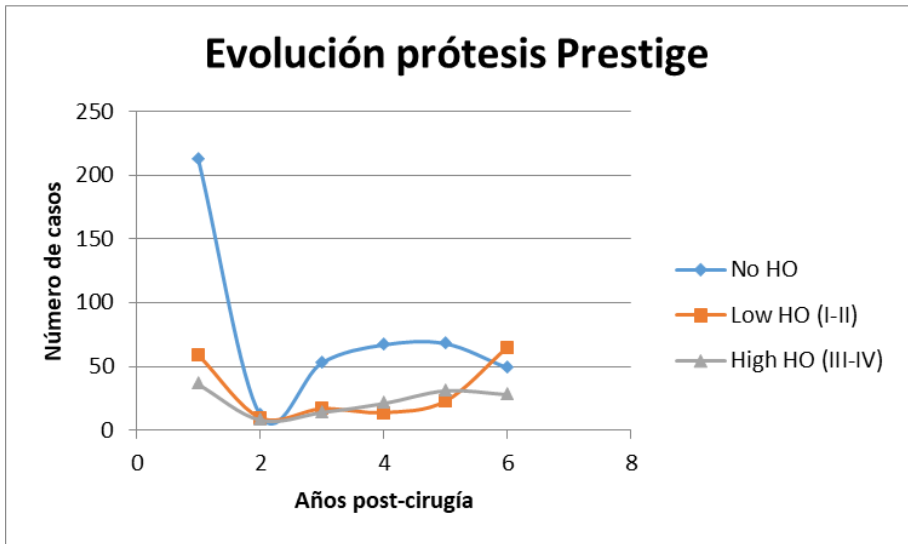


Figura 29: Evolución HO Prestige

En el caso de las prótesis móviles podemos observar gracias a estas dos gráficas como la tendencia en las ambas prótesis a disminuir el número de casos de pacientes sin HO y a aumentar los casos de pacientes con HO, sin embargo esta tendencia es mucho más marcada en los modelos Prestige que en los modelos Discover.

De todos los modelos protésicos cervicales los pacientes cuya prótesis es Discover son los que tienen menor probabilidad de padecer una HO de alto grado a largo plazo.

De todos los modelos protésicos cervicales los pacientes cuya prótesis es ProDisc-C son los que más probabilidad tienen de

padecer una HO de alto grado a largo plazo produciendo de facto una fusión vertebral.

5.2.2 Resultados prótesis lumbares del objetivo principal de estudio

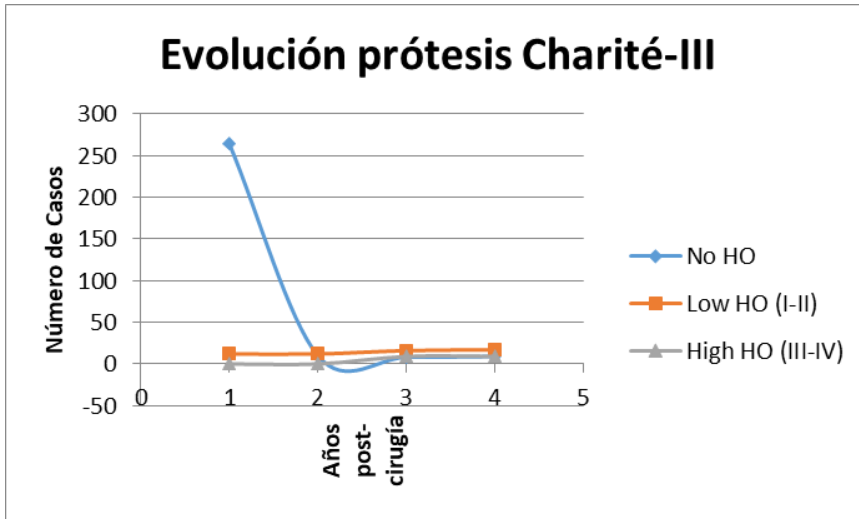


Figura 30: Evolución HO prótesis Charité-III

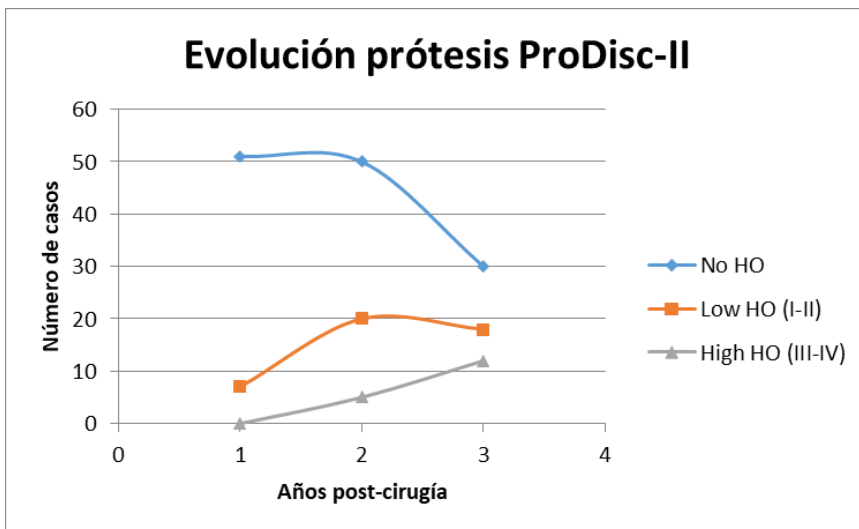


Figura 31: Evolución HO prótesis ProDisc-II

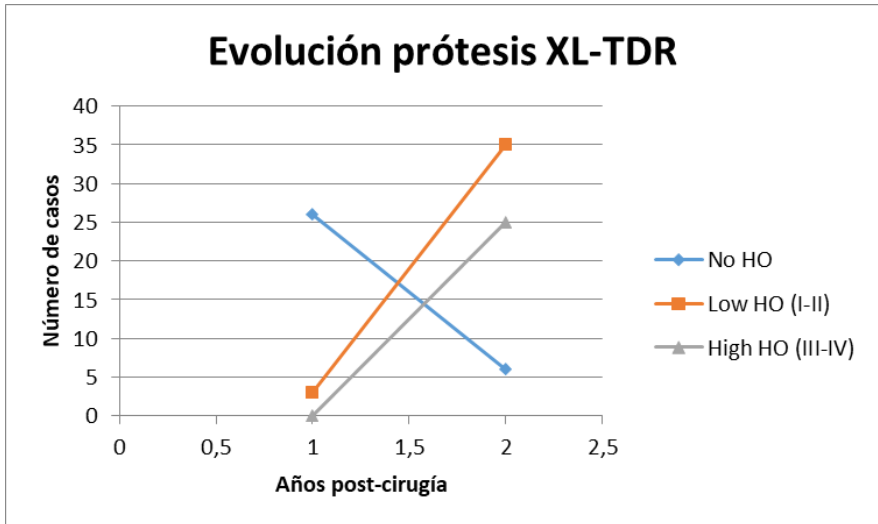


Figura 32: Evolución HO prótesis XL-TDR

De las prótesis lumbares las prótesis ProDisc-II son las que menos probabilidades tienen de producir una HO de alto grado. Aquellos pacientes que su prótesis lumbar sea XL-TDR son los que más probabilidades tienen de sufrir una HO de alto grado.

6. Discusión

La Osificación Heterotópica (HO en inglés) es definida como el desarrollo, aparición y crecimiento anormal del hueso en los tejidos no esqueléticos adyacentes al disco vertebral, incluidos músculos, tendones y otros tejidos blandos. La HO es un fenómeno que se puede producir después de la realización de una ACD o de una ALD, produciendo una disminución de la movilidad de la articulación intervertebral intervenida, retorno de los síntomas preoperatorios e incluso la fusión vertebral y restricción de movilidad vertebral.

La HO es un fenómeno traumatológico que se producen en diversas articulaciones óseas después de realizar una intervención quirúrgica, no es solo un fenómeno exclusivo de la columna vertebral. La HO no solo se produce posterior a una artroplastia de disco vertebral o de otra articulación, también se producen ante patologías diversas como accidentes cerebrovasculares, traumatismos óseos, tumores, traumas musculares, quemaduras entre otros.

El origen de la HO se pueden englobar en dos causas patológicas: por un lado los traumatismos (artroplastia, traumatismos musculares, traumatismos óseos, dislocación de disco) y por otro lado los fenómenos neurológicos (tumores, accidentes cerebrovasculares).[60]

La patogenia de la HO de etiología traumática inicia con un aumento del flujo sanguíneo hacia los tejido blandos y acompañado de una reacción inflamatoria, en nuestro caso la patogenia se produce como una reacción a la artroplastia y recambio de disco vertebral mediante un aumento del flujo sanguíneo y una reacción inflamatoria en cuerpo vertebral. A continuación del aumento del flujo sanguíneo y de la reacción inflamatoria se produce un infiltrado celular exudativo acompañado una proliferación fibroblástica, estos fibroblastos desplazados al tejido blando inflamado produce una formación osteoide primitivo con depósitos de matriz ósea. Finalmente la evolución y continuidad de esta reacción y los depósitos en la matriz ósea genera la formación de hueso heterotópico a partir de los bordes vertebrales superior e inferior de donde se inserta la prótesis hasta fusionar las vértebras.

Para que se produce la HO es necesario tres condiciones: que haya en el punto inflamado células osteogénicas, un ambiente favorable a la formación del osteoide y agentes inductores como las proteínas morfogenéticas óseas (BMP). Las BMP son citoquinas multifuncionales.



Figura 31: Osificación Heterotópica posterior a ACD [61]

Aunque se conoce paso por paso la fisiopatogenia exacta de la HO de origen traumático la fisiopatogenia del desarrollo de HO de etiología neurogénica es idiopática, con varias hipótesis pero ninguna de ellas confirmada [62]

La aparición de HO es una complicación posoperatoria inevitable que se da con más o menos frecuencia dependiendo principalmente del modelo de prótesis que se utiliza en el remplazo de disco. Estudios anteriores informaron varios resultados sobre la aparición de HO, Lee et al registró que 78,6% de los pacientes presentaron algún tipo de HO (Grados I al IV McAfee) en un período de seguimiento medio de 3,6 años. Kong et al registró que el 46, 4% de los pacientes registró algún tipo de HO en un periodo de

seguimiento de 3,12 años, con cifras del 53% en el caso de un seguimiento mayor a 5 años.

La gran mayoría de otras revisiones bibliográficas y metaanálisis sobre la osificación heterotópica tras ACD que no reúnen los artículos más recientes también comparten el resultado que la prótesis Bryan-C es la prótesis cervical de unión fija que menos probabilidades tiene de desarrollar una HO en el tiempo[63]. Este TFG también comparte otros resultados con metaanálisis previos como por ejemplo que la prótesis ProDisc-C es la prótesis cervical con mayor probabilidad de desarrollar HO. Sin embargo en la mayoría de trabajos similares no se tiene en cuenta la prótesis Discover, teniendo al modelo Prestige-LP en muchos casos como el único referente del grupo de prótesis cervicales de unión fija.

Otros trabajos y artículos también muestran en la recogida de datos una gran heterogeneidad y disparidad de resultados sobre un mismo modelo protésico con semejante o incluso el mismo tiempo de seguimiento, algunos artículos como Wahood W et al [64] achacan la disparidad de resultados dentro de un mismo grupo protésico al infradiagnóstico de HO a través de radiografías simples especialmente las HO de bajo grado, ya que depende su diagnóstico de los medios hospitalarios y de las habilidades de los médicos radiólogos. Dowell JE et al [65] también señalan como otra causa de la disparidad de resultados dentro de un mismo modelo protésico a la entidad que financia el estudio, pues algunos de los artículos publicados son independientes mientras otros artículos son la propia industria productora de prótesis quienes financian los estudios que pueden reducir los datos de las HO. Sin embargo en la gran mayoría de los artículos recogidos tanto en este trabajo como en anteriores metaanálisis y revisiones bibliográficas superan en primer lugar una barrera de calidad para permitir su publicación en revistas científicas y en segundo lugar tener unos rigurosos criterios de inclusión y exclusión para aceptar su uso en esta y otras revisiones.

Dowell JE et al [66] al igual que nuestro trabajo refleja unos valores similares en la probabilidad de desarrollar una HO, así como también registra artículos que muestran una probabilidad superior al

50% de desarrollar HO de alto grado. Sin embargo Dowell JE et al no se registran artículos en la que se estudia la HO en modelos de prótesis PCM, Active-C y Discover, importante esta última pues en nuestro trabajo y en otros es el modelo protésico que menos probabilidades tiene de desarrollar HO.

Para futuros trabajos relacionados sobre esta temática se recomendaría utilizar anteriores artículos y revisiones como antecedentes y base bibliográfica sobre los trabajos antiguos y posteriormente añadir tras una exhaustiva búsqueda bibliográfica los artículos más recientes y así observar si ha habido algún cambio sobre la probabilidad de desarrollar HO o en los grados de HO en esta nueva actualización.

7. Conclusiones

1. La principal aportación de este trabajo es determinar que la prótesis cervical de unión fija tipo Discover es el modelo protésico cervical que menos probabilidades tiene de producir osificación heterotópica (HO), pero además también es la prótesis que menos probabilidades tiene de desarrollar HO Leve (Grado I-II McAfee) y HO grave (Grado III-Grado IV McAfee) a largo plazo de todas las prótesis cervicales, por lo que sería la ideal si nuestro principal objetivo es evitar el desarrollo de HO.

2. En cuanto a menor probabilidad de desarrollar HO se encontraría la prótesis de unión móvil Bryan-C, siendo la que menos puede desarrollar una HO dentro del tipo protésico de unión móvil, sin embargo, a pesar de ser superada por Discover las prótesis de unión móvil permiten unos mayores grados de flexión-extensión y rotación de la articulación interdiscal, algo que sería beneficioso a corto plazo y especialmente para aquellos pacientes que no desarrollaran HO en el futuro.

3. La prótesis ProDisc-C es el modelo protésico cervical que más probabilidades tiene de desarrollar HO y de generar mayor HO de alto grado a largo plazo.

4. Las prótesis lumbares Charité-III son el modelo protésico que menos probabilidades tiene de desarrollar HO y de desarrollar HO alto grado a largo plazo por lo que sería el modelo protésico adecuado para las ALD.

8. Bibliografía

[1] Goffin J, Van Calenbergh F, van Loon J, Casey A, Kehr P, Liebig K, et al. Seguimiento intermedio tras el tratamiento de la enfermedad degenerativa del disco con la Prótesis de Disco Cervical Bryan: mono nivel y bi-nivel. *Columna vertebral (Phila Pa 1976)*. 2003; 28 (24): 2673–8.

[2] Lee JH, Jung TG, Kim HS, Jang JS, Lee SH. Análisis de la incidencia y efecto clínico de la osificación heterotópica en un reemplazo de disco cervical artificial de un solo nivel. *Spine J*. 2010; 10 (8): 676–82.

[3] Epifanio VA, de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica EBAC. Diseño de prótesis para disco intervertebral [Internet]. Org.mx. [citado el 31 de marzo de 2021]. Disponible en: http://somim.org.mx/memorias/memorias2009/pdfs/A1/A1_69.pdf

[4] Medtronic. Artroplastia cervical - Disco cervical Prestige LP [Internet]. Medtronic.com. [citado el 31 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.medtronic.com/us-en/healthcare-professionals/products/spinal-orthopaedic/cervical-arthroplasty/prestige-lp.html>

[5] Sundseth J, Jacobsen EA, Kolstad F, Sletteberg RO, Nygaard OP, Johnsen LG, et al. Osificación heterotópica y resultado clínico en la artroplastia cervical no restringida 2 años después de la cirugía: el ensayo noruego de artroplastia cervical (NORCAT). *Eur Spine J*. 2016; 25 (7): 2271–8.

[6] Galbusera F, Fantigrossi A, Raimondi MT, Sassi M, Fornari M, Assietti R. Biomecánica de la unidad espinal C5-C6 antes y después de la colocación de una prótesis de disco. *Biomech Model Mechanobiol*. 2006; 5 (4): 253–61

[7] Llnwd.net. [citado el 31 de marzo de 2021]. Disponible en: http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/INT%20Mobile/Synthes%20International/Product%20Support%20Material/legacy_Synthes_PDF/DSEM-SPN-0915-0341-1_LR.pdf

[8] Mobi-C® Cervical Disc [Internet]. Zimmerbiomet.com. [citado el 6 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.zimmerbiomet.com/medical-professionals/spine/product/mobi-c-cervical-disc.html>

[9] McGonagle L, Cadman S, Chitgopkar SD, Canavan L, O'Malley M, Shackelford IM. Activ C cervical disc replacement for myelopathy. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2011;2(2):82–5.

[10] de Leo-Vargas R, Muñoz-Romero I, Arch-Tirado E, Galvan EE, Téllez-Gutierrez M, León EC-R, et al. Experience of cervical arthroplasty with PCM prosthesis at the Neurological Center at the American British Cowdray Medical Center IAP. *An Med Asoc Med Hosp ABC*. 2012;57(1):25–31.

[15] Sandhu FA, Dowlati E, Garica R. Lumbar arthroplasty: Past, present, and future. *Neurosurgery*. 2020;86(2):155–69.

[16] Suchomel P, Jurák L, Benes V 3rd, Brabec R, Bradác O, Elgawhary S. Resultados clínicos y desarrollo de osificación heterotópica en el reemplazo total de disco cervical durante un seguimiento de 4 años. *Eur Spine J*. 2010; 19 (2): 307–15.

[17] McAfee PC, Cunningham BW, Devine J, Williams E, Yu-Yahiro J. Clasificación de la osificación heterotópica (HO) en el reemplazo de disco artificial. *J Tecnología de trastornos espinales*. 2003; 16 (4): 384–9.

[18] Mehren C, Suchomel P, Grochulla F, Barsa P, Sourkova P, Hradil J, et al. Osificación heterotópica en reemplazo total de disco cervical artificial. *Columna vertebral (Phila Pa 1976)*. 2006; 31 (24): 2802–6.

[19] Zeng J, Liu H, Chen H, Ding C, Rong X, Meng Y, et al. Comparación de la osificación heterotópica después de la

artroplastia de disco cervical de núcleo fijo y móvil. *World Neurosurg.* ; 120: e1319–24.

[20] Chen J, Wang X, Bai W, Shen X, Yuan W. Prevalencia de la osificación heterotópica después de la artroplastia de disco total cervical: un metanálisis. *Eur Spine J.* 2012; 21 (4): 674–80.

[21] Yi S, Kim KN, Yang MS, Yang JW, Kim H, Ha Y, et al. Difference in occurrence of heterotopic ossification according to prosthesis type in the cervical artificial disc replacement. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35(16):1556–61.

[22] Ryu K-S, Park C-K, Jun S-C, Huh H-Y. Radiological changes of the operated and adjacent segments following cervical arthroplasty after a minimum 24-month follow-up: comparison between the Bryan and Prodisc-C devices: Clinical article. *J Neurosurg Spine.* 2010;13(3):299–307.

[23] Jin YJ, Park SB, Kim MJ, Kim K-J, Kim H-J. An analysis of heterotopic ossification in cervical disc arthroplasty: a novel morphologic classification of an ossified mass. *Spine J.* 2013;13(4):408–20.

[24] Zhang Z, Gu B, Zhu W, Wang Q, Zhang W. Clinical and radiographic results of Bryan cervical total disc replacement: 4-year outcomes in a prospective study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133(8):1061–6.

[25] Zhang Z, Jiao L, Zhu W, Du Y, Zhang W. Comparison of Bryan versus ProDisc-C total disk replacement as treatment for single-level cervical symptomatic degenerative disk disease. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135(3):305–11.

[26] Lei T, Liu Y, Wang H, et al. Clinical and radiological analysis of Bryan cervical disc arthroplasty: eight-year follow-up results compared with anterior cervical discectomy and fusion. *Int Orthop* 2016;40: 1197–203

[27] Zhao Y, Zhang Y, Sun Y, Pan S, Zhou F, Liu Z. Application of cervical arthroplasty with Bryan cervical disc: 10-year follow-up results in China. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016;41(2):111–5.

- [28] Zeng J, Liu H, Chen H, Ding C, Rong X, Meng Y, et al. Comparison of heterotopic ossification after fixed- and mobile-core cervical disc arthroplasty. *World Neurosurg.* 2018;120:e1319–24.
- [29] Zhou F, Ju KL, Zhao Y, Zhang F, Pan S, Heller JG, et al. Progressive bone formation after cervical disc replacement: Minimum of 5-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976).* 2018;43(3):E163–70.
- [30] Yang X, Donk R, Bartels RHMA, Arts MP, Depreitere B, Vleggeert-Lankamp CLA. Comparing heterotopic ossification in two cervical disc prostheses. *Spine (Phila Pa 1976).* 2020;45(19):1329–34.
- [31] Lee SE, Jahng T-A, Kim HJ. Correlation between cervical lordosis and adjacent segment pathology after anterior cervical spinal surgery. *Eur Spine J.* 2015;24(12):2899–909.
- [32] Nunley PD, Coric D, Frank KA, Stone MB. Cervical disc arthroplasty: Current evidence and real-world application. *Neurosurgery.* 2018;83(6):1087–106.
- [33] Suchomel P, Jurák L, Benes V 3rd, Brabec R, Bradác O, Elgawhary S. Clinical results and development of heterotopic ossification in total cervical disc replacement during a 4-year follow-up. *Eur Spine J.* 2010;19(2):307–15.
- [34] Barbagallo GM, Corbino LA, Olindo G, Albanese V. Heterotopic ossification in cervical disc arthroplasty: Is it clinically relevant? *Evid Based Spine Care J.* 2010;1(1):15–20.
- [35] Zhao Y-B, Sun Y, Zhou F-F, Liu Z-J. Cervical disc arthroplasty with ProDisc-C artificial disc: 5-year radiographic follow-up results. *Chin Med J (Engl).* 2013;126(20):3809–11.
- [36] Loumeau TP, Darden BV, Kesman TJ, Odum SM, Van Doren BA, Laxer EB, et al. A RCT comparing 7-year clinical outcomes of one level symptomatic cervical disc disease (SCDD) following ProDisc-C total disc arthroplasty (TDA) versus anterior cervical discectomy and fusion (ACDF). *Eur Spine J.* 2016;25(7):2263–70.

- [37] Rožanković M, Marasanov SM, Vukić M. Cervical disk replacement with Discover versus fusion in a single-level cervical disk disease: A prospective single-center randomized trial with a minimum 2-year follow-up. *Clin Spine Surg.* 2017;30(5):E515–22.
- [38] Mehren C, Heider F, Siepe CJ, Zillner B, Kothe R, Korge A, et al. Clinical and radiological outcome at 10 years of follow-up after total cervical disc replacement. *Eur Spine J.* 2017;26(9):2441–9.
- [39] Zhao Y, Zhou F, Sun Y, Pan S. Single-level cervical arthroplasty with ProDisc-C artificial disc: 10-year follow-up results in one centre. *Eur Spine J.* 2020;29(11):2670–4.
- [40] Mehren C, Wuertz-Kozak K, Sauer D, Hitzl W, Pehlivanoglu T, Heider F. Implant design and the anchoring mechanism influence the incidence of heterotopic ossification in cervical total disc replacement at 2-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976).* 2019;44(21):1471–80.
- [41] Li J, Liang L, Ye X-F, Qi M, Chen H-J, Yuan W. Cervical arthroplasty with Discover prosthesis: clinical outcomes and analysis of factors that may influence postoperative range of motion. *Eur Spine J.* 2013;22(10):2303–9.
- [42] Miao J, Shen Y, Li C, Fang L, Zhang L, Zhang X, et al. Cervical artificial disc replacement with discover prosthesis does not reduce the midterm risk of heterotopic ossification: Results of a cohort study. *Clin Spine Surg.* 2018;31(3):E204–8.
- [43] Chen F, Yang J, Ni B, et al. Clinical and radiological follow-up of singlelevel Prestige LP cervical disc replacement. *Arch Orthop Trauma Surg* 2013;133:473–80.
- [44] Shichang L, Yueming S, Limin L, Lei W, Zhongjie Z, Chunguang Z, et al. Clinical and radiologic comparison of dynamic cervical implant arthroplasty and cervical total disc replacement for single-level cervical degenerative disc disease. *J Clin Neurosci.* 2016;27:102–9.

- [45] Hu L, Zhang J, Liu H, Meng Y, Yang Y, Li G, et al. Heterotopic ossification is related to change in disc space angle after Prestige-LP cervical disc arthroplasty. *Eur Spine J.* 2019;28(10):2359–70.
- [46] Zeng J, Liu H, Rong X, Wang B, Yang Y, Gao X, et al. Clinical and radiographic outcomes of cervical disc arthroplasty with Prestige-LP Disc: a minimum 6-year follow-up study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19(1):285.
- [47] Zeng J, Liu H, Chen H, Rong X, Meng Y, Yang Y, et al. Effect of prosthesis width and depth on heterotopic ossification after cervical disc arthroplasty. *Spine (Phila Pa 1976).* 2019;44(9):624–8.
- [48] Li G, Wang Q, Liu H, Yang Y. Postoperative heterotopic ossification after cervical disc replacement is likely a reflection of the degeneration process. *World Neurosurg.* 2019;125:e1063–8.
- [49] Wang X, Meng Y, Liu H, Hong Y, Wang B. Is anterior bone loss the opposite of anterior heterotopic ossification in Prestige-LP cervical disc replacement? *World Neurosurg.* 2020;136:e407–18.
- [50] Lobo JPFM, Linhares DVBR, Lopes JMM, Rodrigues PC, Pinto RP, Neves NSM. Resultados da artroplastia total de disco cervical com acompanhamento mínimo de 10 anos. *Rev Bras Ortop.* 2020;55(2):185–90.
- [51] Tortolani PJ, Cunningham BW, Eng M, McAfee PC, Holsapple GA, Adams KA. Prevalence of heterotopic ossification following total disc replacement. A prospective, randomized study of two hundred and seventy-six patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(1):82–8.
- [52] Jones CW, Smitham P, Walsh WR. Relationship of surgical accuracy and clinical outcomes in charité lumbar disc replacement: Outcomes of charité disc replacement. *Orthop Surg.* 2012;4(3):145–55.
- [53] Lu S-B, Hai Y, Kong C, Wang Q-Y, Su Q, Zang L, et al. An 11-year minimum follow-up of the Charite III lumbar disc replacement for the treatment of symptomatic degenerative disc disease. *Eur Spine J.* 2015;24(9):2056–64.

- [54] Lu S, Sun S, Kong C, Sun W, Hu H, Wang Q, et al. Long-term clinical results following Charite III lumbar total disc replacement. *Spine J.* 2018;18(6):917–25.
- [55] Linovitz RJ, Pathria M, Bernhardt M, Green D, Law MD, McGuire RA, et al. Combined magnetic fields accelerate and increase spine fusion: a double-blind, randomized, placebo controlled study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(13):1383–9; discussion 1389.
- [56] Park S-J, Kang K-J, Shin S-K, Chung S-S, Lee C-S. Heterotopic ossification following lumbar total disc replacement. *Int Orthop.* 2011;35(8):1197–201.
- [57] Park H-J, Lee C-S, Chung S-S, Park S-J, Kim W-S, Park J-S, et al. Radiological and clinical long-term results of heterotopic ossification following lumbar total disc replacement. *Spine J.* 2018;18(5):762–8.
- [58] Tohmeh AG, Smith WD. Lumbar total disc replacement by less invasive lateral approach: a report of results from two centers in the US IDE clinical trial of the XL TDR® device. *Eur Spine J.* 2015;24 Suppl 3(S3):331–8.
- [59] Pokorny G, Marchi L, Amaral R, Jensen R, Pimenta L. Lumbar total disc replacement by the lateral approach-up to 10 years follow-up. *World Neurosurg.* 2019;122:e325–33.
- [60] Sun E, Hanyu-Deutmeyer AA. Heterotopic Ossification. En: *StatPearls.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020.
- [61] Vital J-M, Guérin P, Gille O, Pointillart V. Prótesis discales cervicales. *EMC - Téc Quir - Ortop Traumatol.* 2011;3(3):1–13.
- [62] Medina-Gálvez N, García-Manzanares MD, Pedraz-Penalva T, Tornero-Jiménez D, Sunyer-Catllà M, González-Martínez R. Actualización sobre el diagnóstico y tratamiento de la osificación heterotópica. *Rehabil (Madr, Internet).* 2008;42(1):34–43.

[63] Kong L, Ma Q, Meng F, Cao J, Yu K, Shen Y. The prevalence of heterotopic ossification among patients after cervical artificial disc replacement: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(24):e7163.

[5] Wahood W, Yolcu YU, Kerezoudis P, Goyal A, Alvi MA, Freedman BA, et al. Artificial discs in cervical disc replacement: A meta-analysis for comparison of long-term outcomes. *World Neurosurg*. 2020;134:598-613.e5.

[26] Dowdell JE, Kim JS, Mikhail C, Overley SC, Levin JM, McAnany SJ, et al. The rate of Heterotopic Ossification following cervical disc arthroplasty: A systematic review and comparison of data. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2020;45(18):E1197–202.

9. Poster

Prevalencia sobre la osificación heterotópica tras artroplastia del disco intervertebral. Revisión Sistemática



Autor: Daniel Ferraz Viola

Tutor: Carlos Barrios Pitarque

Resumen

En pacientes con patología discal degenerativa, cada vez se utiliza con más frecuencia la técnica quirúrgica de discectomía y sustitución por prótesis discales. En numerosas ocasiones, años después a la intervención se desarrolla una osificación heterotópica como efecto secundario, que reduce la movilidad intervertebral y llega a fusionar vertebras. Se ha observado que la probabilidad de aparición de osificación heterotópica (HO) está vinculada al tipo protésico empleado. El objetivo de este TFG es realizar una revisión sistemática y actualizar los datos de incidencia de osificación heterotópica tras artroplastia discal y determinar qué modelo protésico es el que menos probabilidades tiene de desarrollar esa complicación.

Objetivos

- Determinar el porcentaje de aparición HO y sus grados dependiendo de los diferentes tipos de prótesis cervicales y lumbares utilizadas
- Determinar qué modelo de prótesis dentro de cada tipo clasificatorio (unión rígida/unión móvil) es el que menos porcentaje de Alta/High HO (McAfee III-IV) produce a largo plazo
- Determinar qué modelo de prótesis cervical y lumbar es el que más porcentaje de Alta/High HO (McAfee III-IV) produce a largo plazo
- Determinar la evolución de la HO con el paso del tiempo en los diferentes modelos protésicos.

Material y Métodos

Se realizó una revisión sistemática de la literatura que recoge pacientes sometidos a una Discectomía Cervical Anterior (ACD) y Discectomía Lumbar Anterior (ALD) con un seguimiento mínimo de dos años postoperatorio. En total se analizaron 90 artículos publicados entre los años 2000 y 2020. Se recogieron datos del tipo de prótesis, años de seguimiento y clasificación de la Osificación Heterotópica (HO)

Resultados

La prevalencia de HO en prótesis cervicales es del 57,3 % y la prevalencia de HO en prótesis lumbares es del 30,08%. La prótesis cervical que menos probabilidades tienen de padecer HO es Discover (34,65%). Las prótesis lumbares que menos probabilidades de desarrollar HO son Charité-III (20,5%)

Conclusiones

La prótesis cervicales desarrollan HO con más frecuencia que las prótesis lumbares. Las prótesis Discover y Charité-III son las indicadas para realizar ACD y ALD respectivamente

Tipos y clasificación prótesis



Radiografía cervical con Osificación Heterotópica

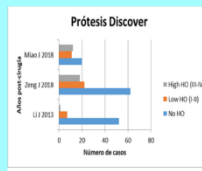


Diagrama de barras HO en Discover

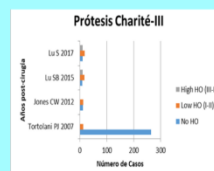


Diagrama de barras HO en Charité-III

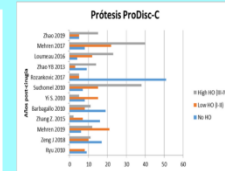


Diagrama de barras HO ProDisc-C

Palabras clave: Osificación heterotópica, artroplastia cervical, artroplastia lumbar

Bibliografía

- Kong L, Ma Q, Meng F, Cao J, Yu K, Shen Y. The prevalence of heterotopic ossification among patients after cervical artificial disc replacement: A systematic review and meta-analysis. 2017;96(24):e7163.
- Wahood W, Youku YU, Kerezoudis P, Goyal A, Alvi MA, Freedman BA, et al. Artificial discs in cervical disc replacement: A meta-analysis for comparison of long-term outcomes. 134:598-613.e5.
- Dowdell JE, Kim JS, Mikhail C, Overley SC, Levin JM, McAnany SJ, et al. The rate of Heterotopic Ossification following cervical disc arthroplasty: A systematic review and comparison of data. 0:45(18):E1197-202.